



# Usos de un SIG, Sistema de Información Geográfico, en la construcción de una planimetría arqueológica para Tarragona (I)

El presente artículo sintetiza los trabajos realizados en el marco del Seminari de Topografia Antiga<sup>1</sup> de la Universitat Rovira i Virgili, URV, para construir un SIG que recoja la información arqueológica obtenida en el curso de todas las intervenciones realizadas sobre la ciudad de Tarragona. El artículo se centra en los aspectos referentes a la vectorización de la información planimétrica.

Palabras clave: Tarragona, SIG, SGBD, MDT, CAD.

## Introducción

Desde los años 80 se ha invertido un gran esfuerzo en compendiar, con medios informáticos, la información arqueológica conocida de Tarragona.<sup>2</sup> La gran expansión de la informática en los años ochenta y noventa permitió que los primeros SGBD para PC fueran usados en los trabajos del SICAUT,<sup>3</sup> y poste-

riormente de Àngel Rifà,<sup>4</sup> auspiciado por el Museu d'Història de Tarragona, consistentes en la creación de una base de datos que recogiera todas las intervenciones arqueológicas realizadas en nuestra ciudad. El primero padeció uno de los problemas que ha generado la informática, la frenética expansión tecnológica que dio lugar a la irremediable obsolescencia prematura de la tecnología usada. El segundo no sólo se centró en la recogida de la información alfanumérica, sino que incorporó plantas y secciones digitalizadas y la ubicación topográfica de cada una de las intervenciones. Este proyecto, desarrollado por los mismos integrantes del Seminari de Topografia Antiga de la URV, nos ha servido como punto de partida.

1. Sobre el Seminari de Topografia Antiga consúltese la página web:

<http://www.urv.es/centres/sta/home1.htm>

2. Véase CORTÉS y GABRIEL 1995, estudio consistente en la recopilación de noticias sobre restos arqueológicos, en su localización topográfica en la ciudad y en la definición de zonas de protección. Para una visión global de las excavaciones realizadas en Tarragona véase RUIZ DE ARBULO y MAR 1999, 133-146.

3. RUIZ DE ARBULO y MAR 1999, 142-143.

4. RIFÀ 2000.

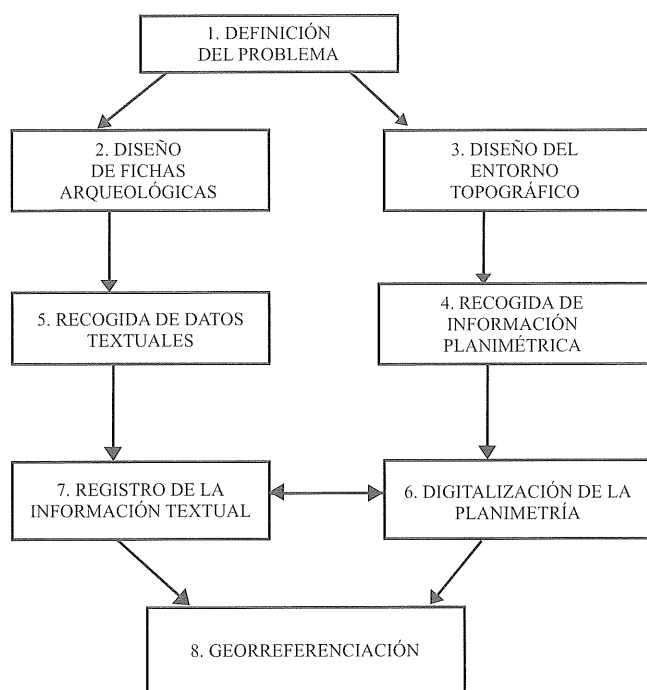
Estos trabajos, debido a que la tecnología SIG aún no se había difundido lo suficiente en nuestro país, adolecían de una carencia, la de una planimetría en la cual estuvieran incorporadas todas las estructuras arqueológicas identificadas en las diferentes intervenciones realizadas en la ciudad e integradas en la red urbana. La utilidad de un trabajo de esta índole es evidente en una ciudad que sólo en los últimos sesenta años ha alcanzado las dimensiones que tuviera en el siglo II dC. Para comprender el problema bastaría con citar textualmente la siguiente frase:<sup>5</sup>

“...la información arqueológica se recoge a partir de la distribución de los solares, con la consecuente fragmentación de los datos.”

Existen en otras ciudades precedentes a nuestro trabajo, más en el resto de Europa,<sup>6</sup> aunque ya en España están, entre otras, las investigaciones realizadas por el Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Sevilla, realizados en el sector de Santa Paula como estudio piloto.<sup>7</sup>

### Metodología

Para obtener una restitución de la planimetría arqueológica de Tarragona, es preciso seguir una metodología de trabajo aplicada sobre un grupo de



5. RUIZ DE ARBULO y MAR 1999, 147.

6. Ver, para el caso italiano, ALOIA, GUALANDI y RICCI 1986; BIANCHIMANI y PARRA 1991, y D'ANDRIA 1997. Para Francia GUILLOT y LEROY 1995; Suecia BURENHULT 1999, y Portugal MARTINS y BERNARDES 2000.

7. AMORES *et al.* 1999, 355. Un compendio de aplicaciones SIG en España puede verse en BAENA, BLASCO y QUESADA 1997. Sobre un Sistema de Información Arqueológico, SIA, véase GONZÁLEZ 1997.

programas informáticos. Esta metodología se presenta en la figura anexa.<sup>8</sup>

En el transcurso del año 2001 se ha seguido esta metodología para iniciar los procesos de creación de una planimetría arqueológica. En concreto, se siguieron los puntos 3, 4, 6 y 8 para comprobar la eficacia del método y se hizo no con la totalidad del enorme caudal planimétrico generado en los últimos años, sino con una pequeña muestra. Los pasos 2, 5 y 7 referentes al tratamiento de la base de datos, que soportará la información alfanumérica necesaria, no han sido tratados aquí debido a su propia complejidad y se dejan para un futuro artículo. El objetivo de este trabajo es, pues, presentar unos primeros resultados que tendrán su continuidad a lo largo de los siguientes años y en el que se cubrirán las fases restantes no desarrolladas aún.

### Definición del problema

En primer lugar hay que plantearse cuáles son nuestros objetivos, cuáles son las fuentes de información a las que podemos tener acceso y qué programas informáticos nos van a permitir el seguimiento de cada uno de los pasos establecidos en el esquema antes citado.

### Objetivos

—Reconstruir la planimetría arqueológica de Tarragona. O al menos dar con un método iterativo que permita la recogida, digitalización y contextualización de la información planimétrica referida a la ciudad de Tarragona.

—Crear un entorno de trabajo, fácil e intuitivo, para la consulta de la información recogida.

—La información arqueológica obtenida ha de centrarse en una visión funcional y temporal, dejando un espacio reservado a la inferencia estadística.

—Las intervenciones arqueológicas son también una información susceptible de ser formalizada y ubicada en la red topográfica de Tarragona.

—Otra información que no ha de quedar fuera del estudio es aquella que corresponde a la topología de la ciudad.

—Estudiar cuáles serán las herramientas informáticas que nos permitirán la recogida, digitalización y presentación de los datos.

### Los pasos del método

En el diagrama anterior hemos visto el esquema que describe el método de trabajo; vamos a definir, aunque sea brevemente, cada uno de ellos:

**1. Definición del problema.** Se trata de identificar cuáles son las necesidades que permitirán la obtención de la planimetría arqueológica de Tarragona y cómo vamos a alcanzarlas, qué información será necesaria y qué información será complementaria.

8. Para más información sobre el diseño de un SIG en arqueología véase BAENA *et al.*, 1999, 39-41. Sobre SIG en arqueología puede verse en BARCELÓ, BRIZ y VILA 1999 y en ANDREA y NICCOLUCCI 2000.

2. **Diseño de fichas arqueológicas.** Es preciso diseñar las fichas arqueológicas que definirán cada elemento arqueológico. Para estas fichas habrá que tener en cuenta campos como datación, fases, función, descripción etc.; campos que son necesarios para una carta arqueológica y sobre los que existe una extensa bibliografía.<sup>9</sup> También será necesaria la creación de una base de datos que permita la recogida y almacenamiento de estas fichas.

3. **Diseño del entorno topográfico.** Hemos de ver cuál es el entorno topográfico que ha de contextualizar nuestros elementos arqueológicos. Ese contexto arqueológico, en el caso de la orografía puede ser modelizado y podemos recuperar su disposición en un momento determinado en el tiempo.

4. **Recogida de información planimétrica.** Las intervenciones arqueológicas generan un caudal planimétrico útil para crear nuestra trama arqueológica de la ciudad, pero requiere un trabajo de vaciado, sobre todo de memorias de excavación.

5. **Recogida de datos alfanuméricos.** Cada elemento arqueológico lleva en sí una información que no es espacial, pero que lo identifica unívocamente. Por esa razón, es necesario realizar un trabajo paralelo de vaciado y clasificación de esa información.

6. **Digitalización de la planimetría.** Cada planta que fue recogida en el paso 4 ha de ser digitalizada y vectorizada como paso previo a su incorporación en la planimetría.

7. **Registro de la información alfanumérica.** Una vez recogida la información de cada elemento arqueológico ésta ha de ser registrada en la base de datos creada al uso en el paso 2.

8. **Georreferenciación.** Se ha visto en el esquema que hay una flecha que une los pasos 6 y 7, esta flecha implica que cada elemento arqueológico digitalizado ha de ser enlazado con la información que lo identifica unívocamente. Para ello, si la base de datos no está incorporada al SIG que recoge la información planimétrica se han de crear los mecanismos necesarios para que ese enlace unívoco se produzca. Una vez establecida esa identificación es necesario georreferenciar cada elemento arqueológico, entendiendo por georreferenciar la función de ubicarlo en sus coordenadas correspondientes.

Una vez definidos y descritos los pasos que componen nuestro método, hemos de prever cuál será el instrumental necesario. Ese instrumental se divide en:

- Elección del *software*
- Elección del *hardware*
- Cartografía digital.

### Elección del *software*

Es un punto delicado la correcta elección del *software*. Pero podemos dividirlo en los siguientes apartados:

### SIG<sup>10</sup>

El SIG es el que nos permitirá ubicar en el espacio los diferentes elementos arqueológicos de interés, el que nos permitirá el estudio del territorio, la integración de unidades arqueológicas y la interrelación entre los datos alfanuméricos y los datos espaciales.

Existen varios SIG comerciales: ArcView, IDRISI, MapInfo. Los primeros trabajos se han realizado con ArcView 3.2, pero recientemente se pudo acceder a través de Internet al SIG de distribución gratuita SPRING,<sup>11</sup> *software* diseñado por el INPE, Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales de Brasil.

### CAD

La herramienta de CAD es el *software* que permite la digitalización de las planimetrías recogidas; con ella podemos redibujar las estructuras, dimensionarlas a la escala del total y ubicarlas en su sitio correcto. También existen diferentes CAD comerciales, AUTOCAD o MICROSTATION. En nuestro caso se trabaja con Microstation 95, pero no se descarta el continuar la labor con AutoCad 2000.

### Tratamiento de imágenes

La recogida y tratamiento de imágenes es uno de los elementos clave del proceso, sobre todo si no existe una digitalización previa de las planimetrías en que podamos basarnos. Generalmente, las memorias de excavación sólo presentan su información en formato papel. Esto hace que este *software* sea indispensable. Es necesario que sea capaz de fusionar diferentes partes de una misma planimetría que no pueda ser escaneada en un solo paso. La elección fue de Adobe Photoshop 5.5.

### Sistema gestor de bases de datos (SGBD)

La información alfanumérica está asociada a cada elemento arqueológico. Así, datos como la datación y las fases de cada unidad arqueológica, entre otros campos, son necesarios para su correcta identificación. Esta información sólo puede ser recogida a través de un SGBD. El número de SGBD comerciales es inmenso e incluso el propio SIG dispone de un gestor de datos autónomo. Sin embargo, se hicieron pruebas con Filemaker 5.5, dada la óptima *ratio* entre facilidad de uso y acceso a otros SGBD vía ODBC.<sup>12</sup>

9. Sobre este tema véase: LAFUENTE y RUIZ DE ARBULO 1996; CARANDINI 1997; PARCERO, MÉNDEZ y BLANCO 1999.

10. Sobre SIG léase BOSQUE 1992, GUTIÉRREZ Y GOULD 1994 y MAGUIRE 1991

11. Véase la página *web*: <http://www.dpi.inpe.br/spring/>

12. Podemos avanzar que durante las pruebas fue posible establecer una comunicación directa entre el SIG, representado por las estructuras arqueológicas, y las tablas de la base de datos construidas con Filemaker, donde se almacenaba la información alfanumérica.

## Elección del hardware

Para poder cubrir todas las fases de la metodología de trabajo se ha necesitado el hardware siguiente:

Tipo	Características
PC	Pentium III, 700 mHz, 10GB, 128 Mb Ram
Escáner	Resolución óptica 1.200x2400 ppp
Impresora	
Plotter	

## La cartografía digital

La existencia de una cartografía digital facilita la ubicación, localización y contextualización de los elementos espaciales arqueológicos. Actualmente existen bastantes digitalizaciones de mapas para la Península Ibérica:<sup>13</sup>

— Planos del Servicio Geográfico del Ejército, escalas 1:50.000, 1:250.000 y Modelos Digitales del Terreno de 25x25, 100x100, 200x200 km celda (fig. 1).

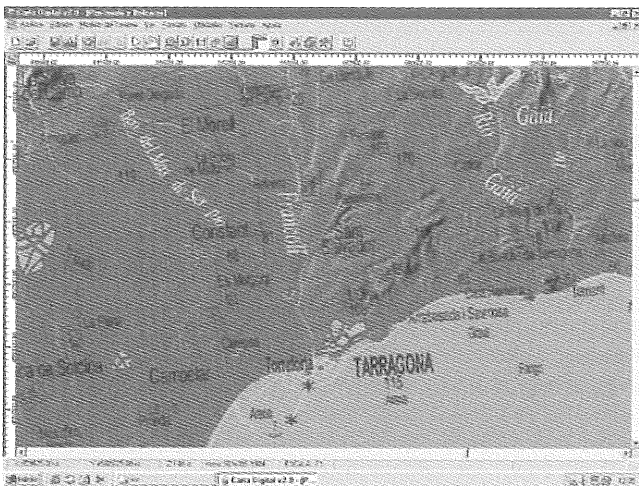


Fig. 1: El área de Tarragona vista desde el programa Carta Militar Digital de España.

Fuente: Ministerio de Defensa, Secretaría General Técnica 2000.

— Cartografías del ING, Instituto Nacional Geográfico, series con escalas 1:25.000, 1:20.000 y MDT.

— Cartografía de las Comunidades Autónomas. En nuestro caso, l'Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) existen:

- Mapa topogràfic de Catalunya, 1:250.000 3.0, formato raster.
- Series del Mapa Comarcal de Catalunya, 1:50.000, Tarragonès (fig. 2).

La utilidad de estos mapas está en la importación al SIG sobre el cual trabajemos o en el CAD sobre el cual digitalicemos los elementos espaciales destacables: curvas de nivel, cotas, localidades y cualquier otro elemento topográfico. Los mapas topográficos, formato raster, del ICC son ficheros que pueden ser integrados, por ejemplo, en el SIG ArcView. Una vez

13. BAENA *et al.* 1999, 137-138.

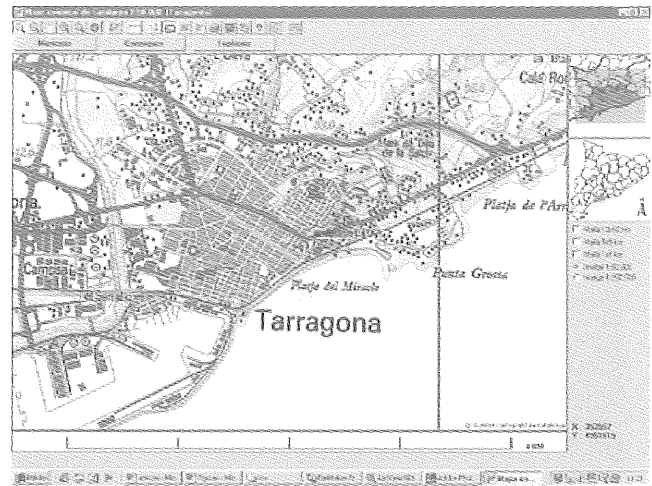


Fig. 2: Plano de Tarragona en el Mapa Comarcal de Catalunya, Tarragonès, 1:50.000.  
Fuente: ICC 1999.

allí, podemos digitalizar, en formato vectorial, los diferentes elementos topográficos (figura 3). Sin embargo, la Carta Militar Digital adolece del defecto que no es integrable en el SIG, excesivamente autónoma, obliga al uso de sus propias herramientas y la importación de nuevos datos espaciales, por ejemplo yacimientos arqueológicos, queda muy limitado.

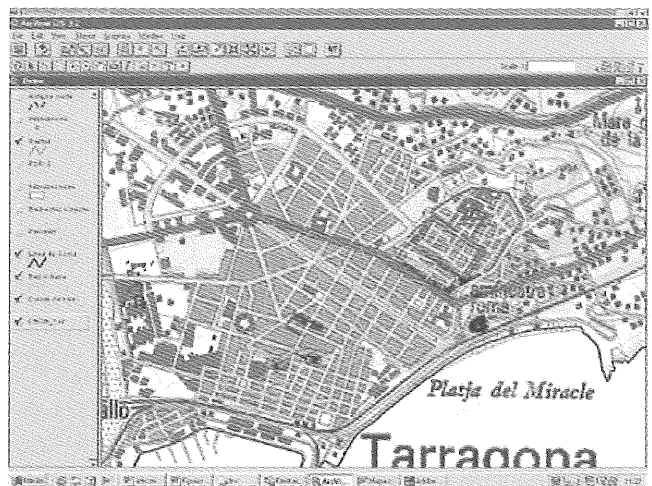


Fig. 3: Integración del fichero de formato Raster que proporciona el mapa comarcal de Catalunya, 1:50.000, en una de las vistas del ArcView.

Para el caso de Tarragona, era necesaria una cartografía en la que se destacara la red urbana, el parcelario y los edificios singulares de la ciudad. El servicio cartográfico del Ayuntamiento de Tarragona proporcionó en el año 1997 al Seminari de Topografia Antiga un mapa catastral de la ciudad, en escala 1:500, con más de ochenta hojas digitalizadas (fig. 4). Su integración en el SIG consistía en preparar diferentes capas, red urbana, líneas de costa o edificios singulares.

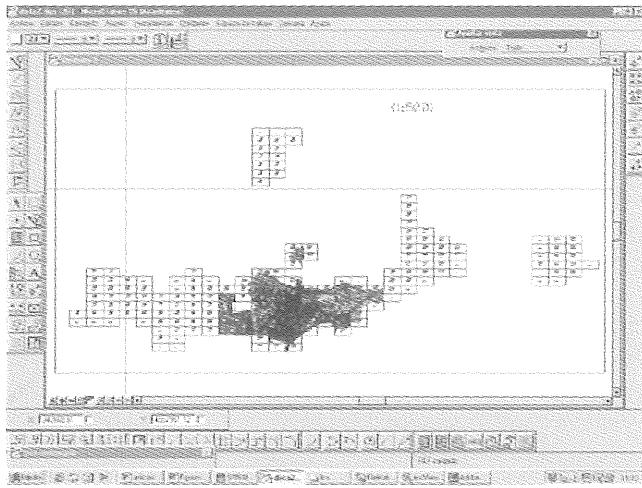


Fig. 4: Mapa catastral de Tarragona, 1:500. Repartido en más de 80 hojas, cada una de ellas es un fichero CAD.

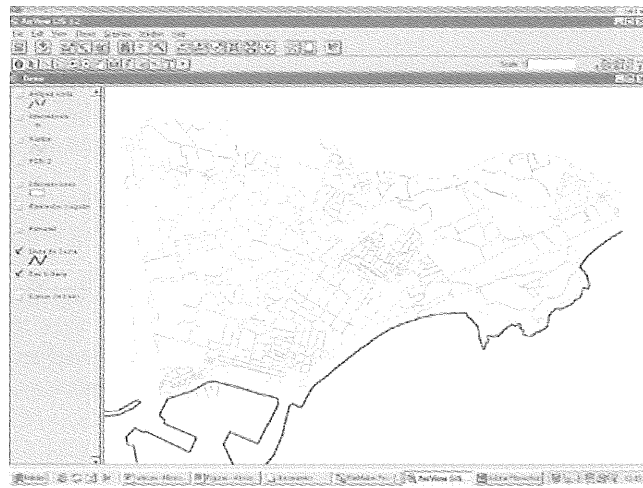


Fig. 5: Capa de la red urbana.

Otro elemento de clara importancia es la reconstrucción de la altimetría de la ciudad de Tarragona. El relieve original pasa por la recogida y creación de las curvas de nivel actuales, sólo así, y a través de informaciones adicionales, planos antiguos de la ciudad, es posible la creación de modelos hipotéticos del terreno.

Para reconstruir la altimetría actual se usó el mapa cartográfico de Tarragona, escala 1:500, elaborado por el ICC, donde están situadas las cotas. Más adelante veremos cómo ubicar esas cotas en el SIG SPRING, cómo construir las curvas de nivel automáticamente y cómo crear un modelo digital del terreno.<sup>14</sup>

### *Diseño del entorno topográfico*

Vimos en la descripción de la metodología de trabajo que una de las fases básicas era la creación del entorno topográfico, paso 3 del método. Ese entorno topográfico parte de reunir aquellos elementos que cubrirán nuestros propósitos, cada uno estará formado por una o varias capas sobre las que al final iremos ubicando nuestros elementos arqueológicos. Estas capas son:

- La topología urbana.
- La trama urbana de la ciudad actual.
- La red parcelaria actual.
- Los elementos singulares.
- La orografía.
- Las cotas de relieve.
- Las curvas de nivel.
- El MDT de la ciudad.
- La línea de costa.
- La hidrografía, de momento concentrada en el río Francolí.

### **Topología urbana**

En este caso los trabajos se realizaron mediante el SIG ArcView. Decíamos con anterioridad que podíamos partir de un mapa digitalizado de Tarragona, en escala 1:500. Ese mapa estaba compuesto por más de 80 planos CAD en formato Microstation 95. No todos los mapas son necesarios, en concreto nos concentramos en 60. Después incorporamos los sesenta planos, vía importación, a nuestro SIG. A partir de aquí fue necesario, para cada uno de estos planos, eliminar aquellos elementos que en principio no formaban parte de nuestro entorno de trabajo, por ejemplo las isolíneas incompletas o las líneas de circulación de las calles. El objetivo era obtener tres elementos: red urbana, parcelas y elementos singulares. El plano original digitalizado con Microstation ya preveía la diferenciación de cada tipo de elemento singular, mediante el concepto de *niveles*. Una vez realizada esta labor de filtrado, habíamos generado un total de 60 temas diferentes, que era necesario fusionar en uno solo. Esto se consiguió mediante las funciones proporcionadas por ArcView. Por último, la capa resul-

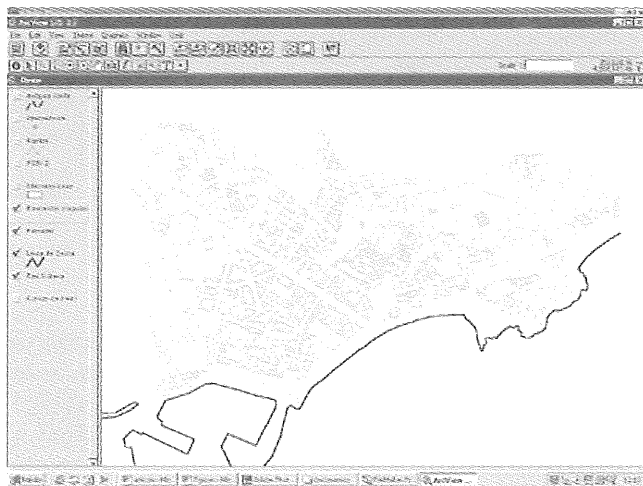


Fig. 6: Combinación de la capa parcelario, red urbana y elementos singulares.

14. Sobre Modelos Digitales del Terreno léase BOSQUE 1992, 319-420.

tado se copió dos veces para crear una para cada uno de los elementos mencionados anteriormente.

Los resultados pueden verse en la fig. 5. En ella se presenta la capa de red urbana que, combinada con las otras dos, da como resultado una vista como la que puede verse en la fig. 6.

Podemos ver de inmediato que los resultados son mucho más intuitivos en un SIG planificado como tal, caso del ArcView, que en un CAD al que se le incorporan funciones de SIG como puede ser Microstation 95. Es uno de esos casos en el que la multitud de herramientas que proporciona el CAD no nos deja ver los “árboles” de nuestro trabajo.

### Orografía

Para este caso combinamos los resultados obtenidos al trabajar con ArcView, y usamos las herramientas que nos proporcionaba SPRING para la creación de curvas de nivel y de modelos digitales del terreno, MDT.

### Línea de costa

En este caso se siguió el mismo procedimiento visto en el caso anterior para la topografía urbana. Se tomaron aquellos planos en los que aparecía la línea de costa. Estos se importaron al SIG, convirtiéndolos en capas. Para cada capa se eliminaron aquellos elementos que no eran útiles, dejando sólo los que correspondían a la línea de costa. Posteriormente, se procedió a fusionar todas las capas en una única. En algún caso el mapa en CAD no proporcionaba toda la línea de costa, por esa razón fue necesario incorporar el mapa digitalizado del Tarragonès, escala 1:50.000, del ICC, al entorno de trabajo y sobre éste digitalizar la línea de costa que nos faltaba.

### Hidrografía

Para la hidrografía se procedió a crear una capa, y a dibujarla sobre el plano digitalizado del Tarragonès, escala 1:50.000, del ICC.

Para la creación del resto de capas vimos que la versión 3.2 de ArcView no permite funciones de MDT para ello son necesarias varias extensiones al programa. Por razones de coste económico se pensó en buscar otros programas alternativos que cubrieran estas funciones a un coste menor. La búsqueda nos llevó a SPRING, accesible y gratuito. La información que hasta ese momento había sido recogida podía incorporarse al nuevo programa mediante funciones de importación.

Así, las capas que habían sido creadas en ArcView se importaron al SIG SPRING (fig. 7).

### Cotas de relieve

Para las cotas de relieve se partió del mapa de Tarragona, escala 1:5.000, del ICC en el que están posicionadas.

Siguiendo el método de trabajo del SIG SPRING se creó una categoría, llamada altimetría y un plano de información en el cual se registraron las cotas del mapa. Se tomaron aproximadamente unas 780 cotas, ubicándolas en su lugar apropiado. Teníamos cada cota sobre

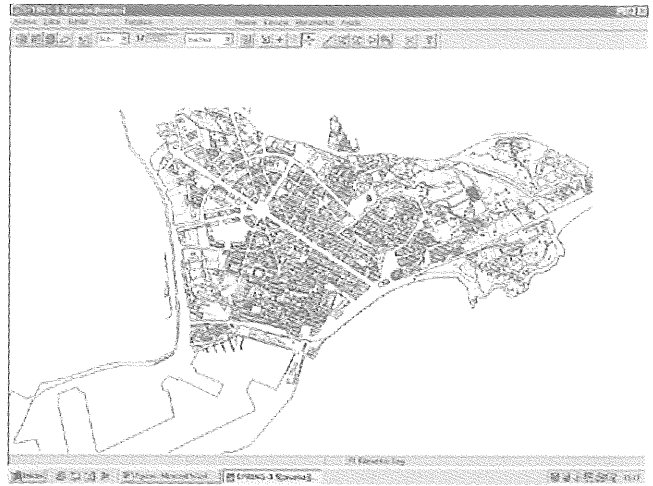


Fig. 7: Las diferentes capas creadas en ArcView, importadas al programa SPRING.

el mapa y teníamos sobre el SIG la red urbana de Tarragona, así que no era complicada la labor de ubicación. Los resultados se pueden ver en la fig. 8.

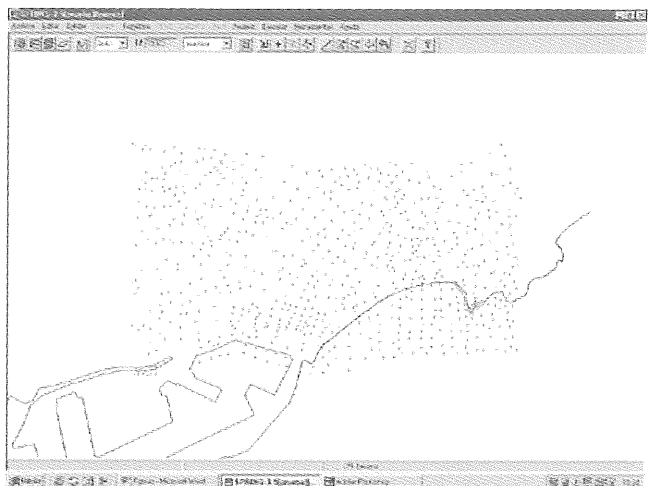


Fig. 8: Las cotas ubicadas en la planimetría de Tarragona en el SIG SPRING.

### MDT

Para crear un MDT del área de Tarragona es necesario seguir los siguientes pasos usando las funciones que SPRING proporciona:

Crear una retícula triangular

A partir de los datos de muestra tomados de la capa de cotas se generaron los resultados que se pueden ver en la fig. 9.

Crear una retícula rectangular

En este caso, para generar esta retícula no se partió de la información inicial, las cotas, sino de la que se había obtenido en la retícula triangular. Se generó una retícula con una distancia entre puntos de un metro.



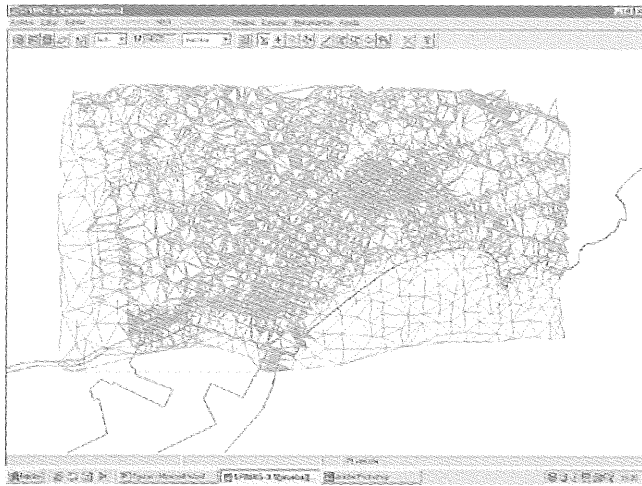


Fig. 9: Vista general de la retícula triangular generada. Se intuye algún elemento de relieve pero la apreciación no es suficiente.

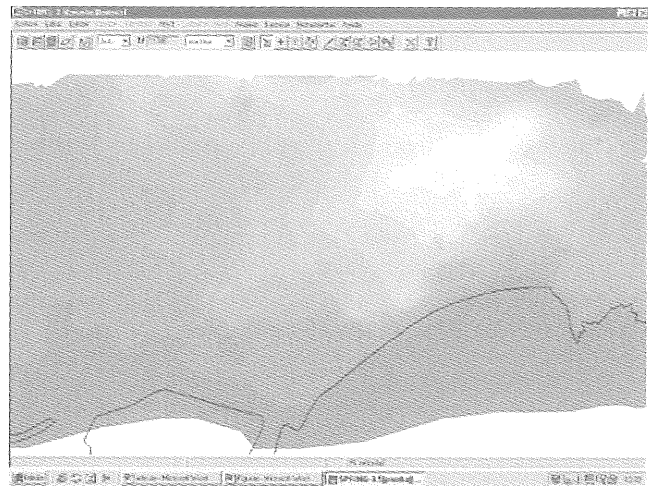


Fig. 11: Primera representación del relieve a base de tonalidades de gris.

### Crear curvas de nivel

Una vez tomadas las cotas, y creadas las retículas es posible obtener las curvas de nivel (fig. 10). El proceso es automático, con lo cual podemos obviar el paso de digitalizarlas y ubicarlas en nuestro plano, operación que se había realizado antes de adquirir el programa SPRING.

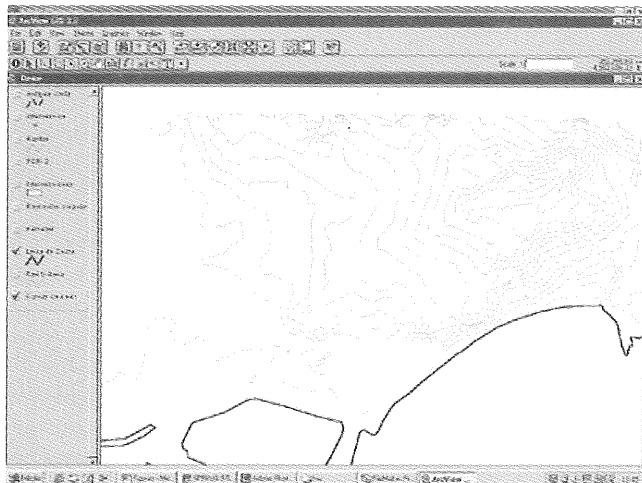


Fig. 10: Representación de las curvas de nivel usando las funciones que proporciona SPRING. Las curvas de nivel fueron exportadas a un fichero admisible por ArcView. Aquí se pueden ver como una capa más de ArcView.

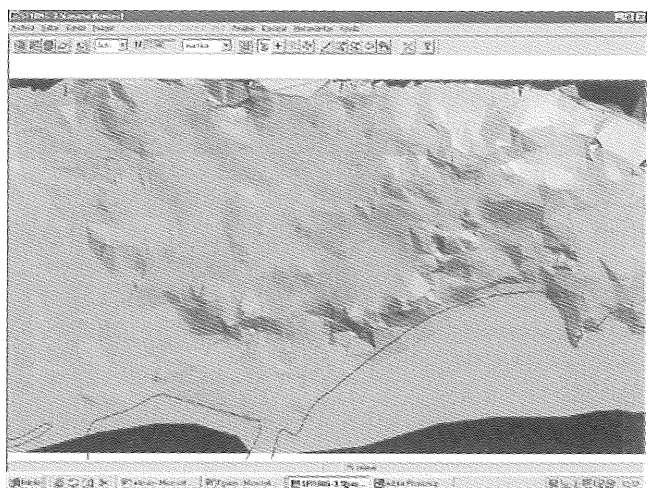


Fig. 12: Segunda representación del relieve del área de Tarragona.

### Generar una imagen 3D

En último lugar, es posible crear una imagen en 3D del área de trabajo, ya que otra de las funciones de SPRING así nos lo permite, tomando como textura la segunda imagen generada en el paso anterior (fig. 13).

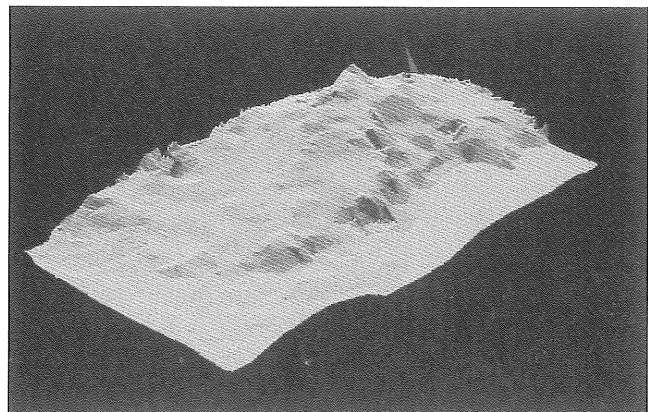


Fig. 13: Representación en 3D del área estudiada.

### Generar una imagen

Una vez generada la retícula rectangular se obtiene una primera imagen, en la que se representa el relieve a través de diferentes tonalidades de grises, más oscuras representan alturas menores, más claras alturas mayores, fig. 11.

A partir de la información generada con las dos primeras retículas es posible también la creación de la llamada imagen sombreada, cuyo resultado puede verse en la fig. 12.

## Recogida y digitalización de la planimetría arqueológica

En este punto se hicieron ensayos para comprobar la validez del modelo de trabajo visto al inicio de este estudio. Estos ensayos correspondieron a los puntos 4, 6 y 8, es decir, recogida de planimetrías, digitalización y georreferenciación

### Recogida de planimetrías

El proceso consistía en seleccionar varias planimetrías de excavaciones y planos usados en algunas publicaciones. Tenían que cumplir una serie de requisitos:

—Tener una escala de referencia, entendiendo esa escala como un valor gráfico y no numérico, ya que sobre publicación la escala podrá ser alterada, y de tener sólo el valor numérico, ésta no nos sería útil.

—En la planimetría tenía que dibujarse algún elemento de referencia que permitiera su ubicación y orientación en la red urbana actual. Entendiendo como puntos de referencia elementos como el trazado de una parcela, el trazado de una manzana o una edificación conocida y ubicada en el entramado actual.

—Las coordenadas de georreferenciación. No es un valor estrictamente necesario, pero para evitar errores de precisión a la hora de ubicar y orientar las estructuras arqueológicas, es muy recomendable que las planimetrías de las excavaciones hicieran constar las coordenadas y las ubicaran en puntos de referencia.

—La orientación de las estructuras.

A continuación se presenta una lista de las estructuras arqueológicas seleccionadas:

### Planimetría

Foro local	Murallas
Circo	Teatro
Foro provincial	Templo del foro local
Anfiteatro	Trama viaria
Basílica visigoda	Excavaciones en Pere Martell 21
Termas del Carrer Sant Miquel	Excavaciones PERI parcela 22a
Viviendas del foro local	

### Digitalización de las planimetrías

Mediante escáner, se digitalizaron las planimetrías seleccionadas y se guardaron en archivos con formato GIF, usando el programa de tratamiento de imágenes Adobe Photoshop 5.5. Para ser lo más fiables posible en cuanto a definición de la imagen, se dejó en torno a 1 Mb el tamaño de cada fichero.

### Vectorización de la planimetría

Una vez digitalizadas las planimetrías se había de seguir con la vectorización de cada uno de los ficheros. Para ello se usó el programa CAD Microstation 95. La imagen digitalizada era importada al fichero de trabajo y sobre el mismo se repasaban las líneas y curvas que configuraban las estructuras arqueológicas.

## Escalado y georreferenciación de las estructuras

La representación vectorizada de la imagen registrada ha de ser escalada y georreferenciada en la trama urbana de la ciudad. Microstation 95 proporciona funciones de escalado y rotación de objetos. Éstas se aplican para que la estructura arqueológica se sitúe en el lugar de la red urbana que le corresponde. Para el escalado se usa la escala gráfica o una edificación de referencia. Estas operaciones se han de realizar con el máximo cuidado para evitar una progresiva acumulación de errores. La ubicación se hace tomando como fondo el mapa de Tarragona, digitalizado, en escala 1:500. Ese mapa está georreferenciado en coordenadas UTM, con lo cual, al situar nuestra estructura arqueológica, quedará ubicada y orientada correctamente, véase la fig. 14.

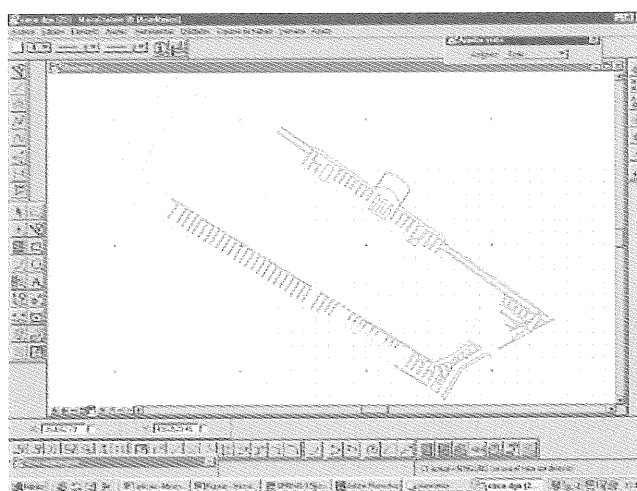


Fig. 14: El circo, una vez ha sido escalado y georreferenciado con respecto al plano digitalizado de Tarragona, escala 1:500.

### Importación e integración en una capa de estructuras arqueológicas

El siguiente paso, último del proceso, consiste en tomar el fichero CAD e importarlo al SIG con el objetivo de integrarlo en una capa que incorpore todas las estructuras arqueológicas estudiadas. ArcView, ya lo vimos al hablar de la creación de las capas dedicadas a la topografía de la ciudad, permite usar funciones para importar ficheros CAD. Una vez importado es necesario fusionar este fichero con la capa creada para identificar las estructuras arqueológicas. De esta manera, las estructuras arqueológicas se convierten en una nueva capa de trabajo que podemos manipular igual que las que se crearon hasta ahora (figs. 15 y 16).

Por último, una vez creada esta capa, tengamos en cuenta que es posible incorporarla como una más al SIG SPRING, de tal forma que todos los estudios de MDT que hemos realizado pueden integrar esta capa de estructuras arqueológicas, véase la fig. 17.



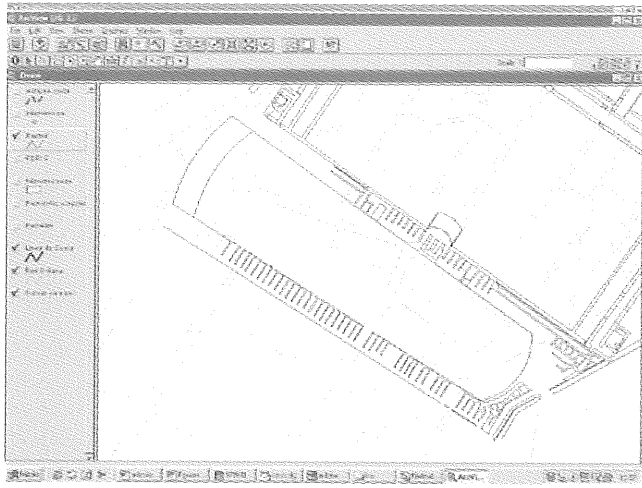


Fig. 15: El circo, integrado en el SIG ArcView, como un elemento más de una capa dedicada a las estructuras arqueológicas.

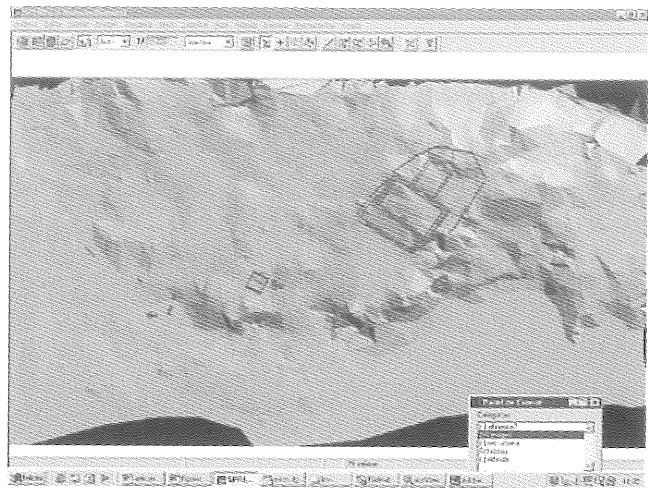


Fig. 17: Las estructuras arqueológicas, una vez incorporadas al SIG SPRING como una nueva capa y pudiendo usar de fondo una de las imágenes del MDT generadas gracias a las funciones del programa.



Fig. 16: Las estructuras arqueológicas integradas con otras capas de trabajo, red urbana, línea de costa, curvas de nivel.

### Conclusiones

Hemos visto la fiabilidad del método de trabajo y se ha podido comprobar, en un proceso que podríamos llamar de prototipado, cuáles son las posibilidades que nos permite el uso del SIG. Por otro lado, se ha visto la importancia de tener cada planimetría, generada en los trabajos arqueológicos, georreferenciada adecuadamente. En el caso de intervenciones arqueológicas anteriores a los noventa esto se hace altamente complicado, ya que un plano de las estructuras encontradas no reflejaba, en algunos casos, más información que ésta, lo cual dificulta el trabajo de localización.

En un futuro próximo estaremos en situación de proporcionar unos primeros resultados sobre datos obtenidos directamente de las memorias de excavación.

José Ignacio Fiz

STA, Seminari de Topografia Antiga,  
Universitat Rovira i Virgili.

## Bibliografía

---

ALOIA, GUALANDI, RICCI 1986

M. Aloia; M. Gualandi; A. Ricci: *Argo, uno strumento per la gestione dei dati nella ricerca archeologica sul campo*, Quaderni di Informatica e Beni Culturali, 19, Siena, 1986.

AMORES, GARCIA, HURTADO, RODRÍGUEZ-BOBADA 1999

F. Amores; L. Garcia; V. Hurtado; M. C. Rodríguez-Bobada: "Geographic Information Systems and Archaeological Resource Management in Andalusia (Spain)", *New Techniques for Old Times CAA 98. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology. Proceedings of the 26<sup>th</sup> Conference (Barcelona, March 1998)*, Oxford, 1999, 351-357.

ANDRÉ, NICCOLUCI 2000

A. André; F. Niccoluci: "Ati del I Workshop Nazionale di Archeologia Computazionale (Napoli-Firenze 1999)" *Archeologia e Calcolatori*, 11, Firenze, 2000.

BAENA, BLASCO, QUESADA 1997

J. Baena; C. Blasco; F. Quesada; (eds.): *Los Sistemas de Información Geográfica y el análisis espacial en arqueología*, Madrid, 1997.

BAENA, ÁLVAREZ, BERMÚDEZ, BLASCO, SÁNCHEZ 1999

J. Baena; J. Álvarez; J. Bermúdez; C. Blasco; E. Sánchez: "Digital Cartographical Databases and their Application Archaeology", en *New Techniques for Old Times CAA 98. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology. Proceedings of the 26<sup>th</sup> Conference (Barcelona, March 1998)*, Oxford, 1999, 137-143.

BARCELÓ, BRIZ, VILA 1999

J. A. Barceló; I. Briz; A. Vila; (eds.): *New Techniques for Old Times CAA 98. Computer Applications and*

*Quantitative Methods in Archaeology Proceedings of the 26<sup>th</sup> Conference, Barcelona, March 1998*, Oxford, 1999.

BIANCHIMANI, PARRA 1991

A. Bianchimani; M. C. Parra: "NIKE. Progetto di una base di dati archeologica", *Acalc*, 2, 1991, 179-203.

BOSQUE 1992

J. Bosque: *Sistemas de Información Geográfica*, Madrid, 1992.

BURENHULT 1999

G. Burenhult: "Kartago as a viewer of GIS and Multivariate Archaeological Data in the Ajvide and Carrowmore projects. The full concept", *New Techniques for Old Times CAA 98. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology. Proceedings of the 26<sup>th</sup> Conference (Barcelona, March 1998)*, Oxford, 1999, 97-101.

CARANDINI 1997

A. Carandini: *Historias en la tierra. Manual de Excavación Arqueológica*, Barcelona, 1997.

CORTÉS, GABRIEL 1985

R. Cortés; R. Gabriel: *Tarraco: Recull de dades arqueològiques*, Barcelona, 1985.

D'ANDRIA 1997

F. d'Andria (ed.): *Metodologie di Catalogazione dei beni archeologici*, Beni Archeologici - Conoscenza e Tecnologie, Quaderno 1.1, Lecce-Bari, 1997.

GONZÁLEZ 1997

C. A. González: *SIA+: Manual del Usuario*, CAPA, 3, Santiago de Compostela, 1997.

GUTIÉRREZ, GOULD 1994

J. Gutiérrez; M. Gould: *SIG: Sistemas de Información Geográfica*, Madrid, 1994.

LAFUENTE, RUIZ DE ARBULO 1996

A. Lafuente; J. Ruiz de Arbulo, "Arqueología Urbana y Registro Arqueológico en Lleida. La colaboración entre instituciones como apuesta de futuro", *Revista de Arqueología*, Madrid, 1996.

GUILLOT, LEROY 1995

D. Guillot; G. Leroy: "The use of GIS for archaeological resource management in France. The SCALA project, with a case in Picardie", *Archaeology and Information Systems. A European Perspective*, London, 1995.

MAGUIRE 1991

D. J. Maguire: *An overview and definition of GIS*. D. J. Maguire, GoodChild, M. J. y Rhind, D. W.: *Geographical Information Systems*, Longman, Harlow, 1991.

MARTINS, BERNARDES 2000

M. Martins; P. Bernardes: "A multidisciplinary approach for research and presentation of Bracara Augusta's Archaeological Heritage", *Archeologia e Calcolatori*, 11, 2000, 347-357.

RIFÀ 2000

A. Rifà: "El Pla arqueològic de Tarragona. La Base de Dades", *Tarraco 99: Arqueologia d'una capital provincial romana (Tarragona 1999)*, Tarragona, 2000, 287-290.

RUIZ DE ARBULO 1992

J. Ruiz de Arbulo: "El registre de dades en l'arqueologia urbana: l'experiència del TED'A", *Harris Matrix. Sistemes de registre en arqueologia*, Lleida, 1992, 42-83.

RUIZ DE ARBULO, MAR 1999

J. Ruiz de Arbulo; R. Mar: "Arqueología y planificación urbana en Tarragona. Tradición historiográfica y realidad actual", *Recuperar la memoria urbana. La arqueología en la rehabilitación de las ciudades históricas (Tarragona 1997)*, URV / Fund. La Caixa, Tarragona, 1999.

PARCERO, MÉNDEZ, BLANCO 1999

C. Parceró; F. Méndez; R. Blanco: *El registro de la información en intervenciones arqueológicas*, CAPA, 9, Santiago de Compostela, 1999.

STAR, ESTES 1991

J. Star; J. Estes: *Geographic Information Systems. An Introduction*, Englewood Cliffs, Nueva Jersey, 1991.

## CD Cartografía

---

SGT 2000

Secretaría General Técnica 2000. Ministerio de Defensa: *Carta Militar Digital de España*, Madrid.

ICC 1999

Institut Cartogràfic de Catalunya: *Mapa Comarcal de Catalunya 1:50.000. Tarragonès*, 36, Barcelona.

ICC 2000

Institut Cartogràfic de Catalunya: *Mapa topogràfic de Catalunya 1:250.000*, Barcelona.

## Manuales

---

ESRI 1996

ESRI (eds.): *Using ArcView GIS*, New York, 1996.

BENTLEY 1995

Bentley (ed.): *Microstation 95, user's guide*, 1995.

BOUTON, BOUTON 1999

B. Bouton; G. Bouton: *Edición Especial Adobe Photoshop 5*, Madrid, 1999.